


Patent number: JP9171892
Publication date: 1997-06-30
Inventor: KAWAKAMI TAKESHI; UTSUKI KOJI; TAKANO SHIGEMASA; KASAHARA KENICHI; SUGIMOTO YOSHIMASA
Applicant: NEC CORP
Classification:
- International: H05B33/00
- european:
Application number: JP19950330220 19951219
Priority number(s):

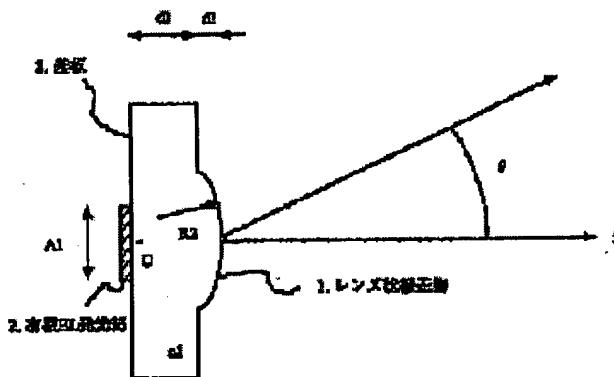
Also published as:

 JP9171892 (A)

Abstract of JP9171892

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device with low power consumption by making the light emitting side of a base into lens structure, and setting the flat part thickness of the base, the lens part thickness, and the curvature radius to specified ratios.

SOLUTION: The diameter $A1$ of an organic EL light emitting part 2 is set to 1mm, the thickness $d1$ of a base flat part to 1.1mm, the thickness $d2$ of a base lens part to 0.4mm, the curvature radius $R2$ of the base surface lens to 4mm, and the output of the organic EL emitting part to 1mW. The light emitting side of a base 3 adjacent to such an organic EL emitting part 2 is made into lens structure, whereby the emitted light can be efficiently converged. Since the ratio in which the incident angle on the base surface becomes less than a critical angle is increased, the brightness is improved, even when seen from the angle other than the optical axis. Further, $d1+d2=1.5\text{mm}$ is set smaller than $R2=4\text{mm}$, whereby the field angle can be increased. The light emitting side of the base is made into lens structure, and $d1+d$ is set to $R2$ or less, whereby a device with low power consumption can be provided.



Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09171892
PUBLICATION DATE : 30-06-97

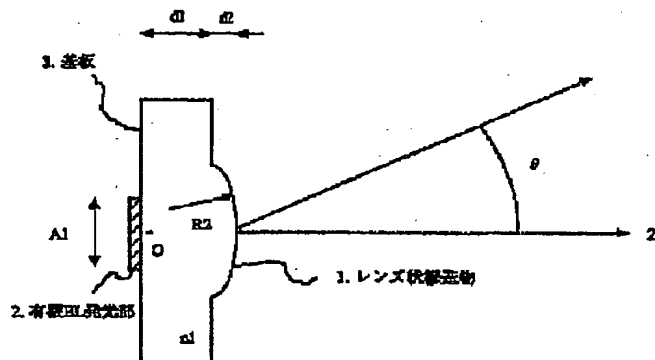
APPLICATION DATE : 19-12-95
APPLICATION NUMBER : 07330220

APPLICANT : NEC CORP;

INVENTOR : SUGIMOTO YOSHIMASA;

INT.CL. : H05B 33/00

TITLE : ORGANIC THIN FILM EL ELEMENT



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device with low power consumption by making the light emitting side of a base into lens structure, and setting the flat part thickness of the base, the lens part thickness, and the curvature radius to specified ratios.

SOLUTION: The diameter A1 of an organic EL light emitting part 2 is set to 1mm, the thickness d1 of a base flat part to 1.1mm, the thickness d2 of a base lens part to 0.4mm, the curvature radius R2 of the base surface lens to 4mm, and the output of the organic EL emitting part to 1mW. The light emitting side of a base 3 adjacent to such an organic EL emitting part 2 is made into lens structure, whereby the emitted light can be efficiently converged. Since the ratio in which the incident angle on the base surface becomes less than a critical angle is increased, the brightness is improved, even when seen from the angle other than the optical axis. Further, $d1+d2=1.5\text{mm}$ is set smaller than $R2=4\text{mm}$, whereby the field angle can be increased. The light emitting side of the base is made into lens structure, and $d1+d$ is set to $R2$ or less, whereby a device with low power consumption can be provided.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

ref. GLP N2 - 3244

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-171892

(43)公開日 平成9年(1997)6月30日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 5 B 33/00

H 0 5 B 33/00

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-330220

(22)出願日 平成7年(1995)12月19日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 川上 威

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 宇津木 功二

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 高野 繁正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

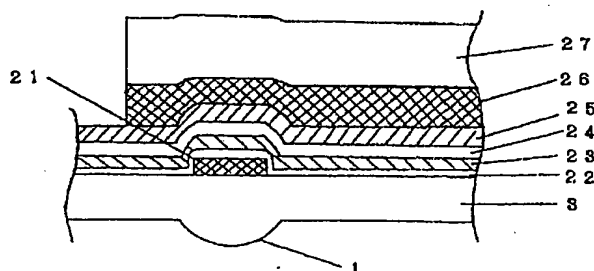
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機薄膜E L 素子

(57)【要約】

【課題】 簡単な構造で、高い光取り出し効率を達成する有機薄膜E L 素子を提供する。

【解決手段】 レンズ状構造物1の付いたガラス基板3に陽極21と陽極界面層22が形成され、さらに正孔輸送層23、発光層24、電子輸送層25、陰極26、陰極保護層27が形成された構造となっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光透過部位を有する有機薄膜EL素子において、前記基板の光取り出し側がレンズ構造であることを特徴とする有機薄膜EL素子。

【請求項2】前記レンズ構造が発光部の中央を中心とする曲率を有することを特徴とする請求項1に記載の有機薄膜EL素子。

【請求項3】前記光透過部位が基板であり、基板の厚さ d_1 、基板表面からレンズ構造の頂点との距離 d_2 、レンズの曲率半径 R_2 との間に、 $d_1 + d_2 \leq R_2$ が成り立つことを特徴とする請求項1に記載の有機薄膜EL素子。

【請求項4】前記レンズ構造が分布屈折率を有する基板であることを特徴とする請求項1に記載の有機薄膜EL素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はセグメントやドット表示等の光源に用いる有機薄膜EL素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】タンク（Tang）らによって報告された新しいタイプの有機薄膜EL素子（アプライド・フィジックス・レターズ（Applied Physics Letters）、51巻、913ページ、1987年）は、フラット基板、陽極、正孔輸送層、発光層、陰極によって構成されている。陽極としてはフラットなガラス基板に形成された酸化インジウム錫合金（ITO）、正孔輸送層は1,1'-ビス（4-N,N'-ジトリルアミノフェニル）シクロヘキサン、発光層はトリス（8-ヒドロキシキノリン）アルミニウム及び陰極はマグネシウム-銀合金から形成されている。

【0003】タンクらの有機薄膜EL素子の発光動作原理を簡単に説明すると、まず陽極から正孔輸送層に注入された正孔が、発光層界面に向かって移動し、陰極からは電子が発光層に注入され発光層内を移動する。そして発光層内に注入された正孔と電子が発光層内で再結合し、励起状態を経て発光する。この時、有機薄膜EL素子の外部量子効率 η_{ext} はEL量子効率 η_{EL} と光取り出し効率 η_{out} の積で示される。そしてEL量子効率は発光材料や素子構造に大きく依存し、また一方の光取り出し効率は基板や有機薄膜の光の屈折率に大きく依存することになる。

【0004】現在開発されている有機薄膜EL素子は基本的に、タンクらの報告した素子構成及び材料の概念を基に素子構成の改良をはじめ有機材料や電極等の改良が加えられ進展したものであるが、発光の強度を上げることを目的としたものとして、発光層にキナクリドン誘導体を微量添加することにより4.1%（photon/electron）の外部量子効率のEL素子を開発したもの（“有機半導体の実用化技術”サイエンスフォ

ラム, New Trigger Series, 95-116頁（1993））が協本らにより報告されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一重項励起子の生成確率が最大でも40%であること以外に、有機薄膜内で発生→放射される光を有効に外部に取り出していないこと、すなわち光の取り出し効率が低いことに起因して、理論的に面状発光の有機薄膜ELの外部量子効率は最大でも約8%しか得られないことが報告されている（有機エレクトロニクス材料研究会（The Japanese Research Association for Organic Electronics Materials）WORKSHOP'95、1～6頁、1995年）。

【0006】また光の取り出し効率が低い原因としては、次のようなことが考えられる。通常の有機薄膜EL素子では図6に示すように、フラット基板4の裏面に有機薄膜EL素子の発光部2が直接接続されている。この発光部2からの出力光は、フラット基板4の裏面から基板の中を透過して表面から取り出される。しかしながらこのような構造の有機薄膜EL素子においては、等方発光源である有機薄膜層からの光は、図6に示したように光取り出し側の基板面や透明電極表面への入射角が臨界角を越えてしまうと全反射されるため、基板から外部に取り出すことができない。例えば、有機EL発光部2の径を A_1 、基板の厚さを d_1 として、 A_1 が1mmでフラット基板4の厚さ d_1 が1.1mmのときには、光の取り出し効率はおよそ25%になってしまう。

【0007】このため、従来のような構成では有機薄膜EL素子からの光を有効に取り出せていない分、高輝度が要求される場合、更に高い電圧をかけなければならず消費電力の増加を招く結果となっていた。

【0008】本発明は有機薄膜EL素子の光の取り出し効率を上げることにより素子の外部量子効率を上げ、低消費電力で駆動させることができる有機薄膜EL素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の有機薄膜EL素子では光透過部位を有する有機薄膜EL素子において、前記基板の光取り出し側がレンズ構造であることを特徴とする。またレンズ構造が発光部の中央を中心とする曲率を有することを特徴とする。

【0010】さらに光透過部位が、基板の厚さ d_1 、基板表面からレンズ構造の頂点との距離 d_2 、レンズの曲率半径 R_2 との間に $d_1 + d_2 \leq R_2$ が成り立つことを特徴とする。また前記レンズ構造が分布屈折率を有する基板であることを特徴とする。

【0011】本発明では、基板表面に有機EL発光部を形成してなる有機薄膜EL素子において、出力光を取り

出す透明基板又は透明電極の表面に極率半径を有するレンズ構造を設けている。このレンズ構造により、光軸以外の方向に放射された光が光軸方向に集光されるため、光軸方向から見た照度が向上することになる。また光源から等方に放射した光が見る基板表面での入射角が臨界角以下となる割合が増える、すなわち大きい立体角に放射された光を取り出すことができるので、光軸以外の方向から見た場合の照度も向上することになる。

【0012】さらにこのレンズ構造が有機薄膜EL素子の発光部の中央を中心とする曲率とすることでさらに光取り出し効率をあげることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

【0014】図1は本発明の第1の実施の形態における有機薄膜EL素子を示す断面図である。第1の実施の形態では有機薄膜EL素子の発光部2に接している基板3の光出射側がレンズ状構造を有している。ここで図では有機薄膜EL素子の有機EL発光部2のみを記しその他の構造は省略している。

【0015】第1の実施の形態では発光部に接する基板の光出射側をレンズ状構造とすることにより有機EL発光部2からの光を効率よく集光することができ、かつ、基板表面での入射角が臨界角以下となる割合が増えるので光軸以外の角度から見ても照度が向上する。

【0016】図2は有機EL発光部の出力を1mWとした場合に有機薄膜EL素子の発光部の中心から外部の θ 方向から見たときの光強度分布を示す図である。

【0017】図1に示した第1の実施の形態の実施例1の例を説明する。有機EL発光部2の径を A_1 、基板のフラット部分の厚さを d_1 、基板のレンズ部分の厚さを d_2 、基板表面のレンズ構造の曲率半径を R_2 として、 $A_1 = 1\text{mm}$ 、 $d_1 = 1.1\text{mm}$ 、 $d_2 = 0.4\text{mm}$ 、 $R_2 = 4\text{mm}$ 、有機EL発光部の出力を1mWとした。このときの実施例1の光強度分布は、図2の2のような分布になり、照度の向上ならびに均一性が向上することが分かる。

【0018】ここで基板のフラット部分の厚さを d_1 及び基板のレンズ部分の厚さを d_2 と基板表面のレンズ構造の曲率半径を R_2 を変えたときの光強度分布と視野角の関係を図5に示す。図中に実線で示された光強度分布は実施例1の有機薄膜EL素子、破線で示された光強度分布は $d_1 + d_2$ ($= 6.0\text{mm}$) $> R_2$ ($= 2.3\text{mm}$)としたものである。破線の例では若干の輝度の向上が見られるが、実施例1と比較して視野角が大きく減少してしまっている。したがって、視野角を大きくするために $d_1 + d_2 \leq R_2$ とする必要がある。

【0019】次に図1に示した第1の実施の形態の実施例2の例を説明する。実施例2ではレンズ構造の曲率中心を有機EL発光部の中央を中心としている。この場合

光の取り出し効率を50%まで引き上げることが可能となる。このときの有機薄膜EL素子は、 $A_1 = 1\text{mm}$ 、 $d_1 = 1.1\text{mm}$ 、 $d_2 = 1.2\text{mm}$ 、 $R_2 = 2.3\text{mm}$ とした。実施例2のときの有機EL発光部の出力を1mWとした場合の光強度分布を、図2の1に示す。この場合、同じ条件でフラット基板を用いた場合よりも約2倍の光取り出し効率を達成できる。

【0020】本発明の第1の実施の形態に用いた有機薄膜EL素子の断面構造を図3に示す。第1の実施の形態では図3に示すようにレンズ状構造物1の付いたガラス基板3に陽極21と陽極界面層22が形成され、さらに正孔輸送層23、発光層24、電子輸送層25、陰極26、陰極保護層27が形成された構造となっている。

【0021】以下に実施例3として第1の実施の形態における有機薄膜EL素子の作成手順について説明する。はじめにレンズ状構造物1の付いたガラス基板3はNC加工により切断した金型を作製し、これをレプリカとした成形によりレンズ構造を形成する。ガラス基板3の厚さ d_1 は0.3mmである。光の屈折率は1.5である。また曲率半径 $R_2 = 2.5\text{mm}$ 、レンズの厚さ $d_2 = 2.5\text{mm}$ である。

【0022】次にガラス基板3上のレンズ構造物1とは反対側にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $15\Omega/\square$ になるように製膜し、エッチングによって2mm幅の陽極21を形成した。その上に陽極界面層22として銅フタロシアニンをMBE法を用いて、 $7.0 \times 10^{-9}\text{Torr}$ 真空下、5nm形成した。

【0023】次に正孔輸送層として、 α -NPDをMBE法を用いて $5.8 \times 10^{-9}\text{Torr}$ 真空下、60nm形成した。次に発光層24として、トリス(8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム)とキナクリドンをMBE法にてキナクリドンが発光層24の0.5mol%含有するようにMBE法にて別々の蒸発源(K-セル)からの同時蒸着によって $5.6 \times 10^{-9}\text{Torr}$ 真空下、20nm形成した。

【0024】更に、電子輸送層25として、トリス(8-ヒドロキシキノリノールアルミニウム)をMBE法によって $4.3 \times 10^{-9}\text{Torr}$ 真空下、40nm形成した。尚、陽極界面層21～電子輸送層25までの有機薄膜は陽極21の端子取り出し部分以外の基板全面に形成した。

【0025】次に真空を破ることなく、ロードロック機構を用いてステンレス製のシャドーマスク上に有機膜の形成された基板3を設置し、陰極としてスカンジウムが1mol%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中でRFスパッタ法で蒸発し、リチウムを別の蒸発源より蒸発させる方法でリチウムが陰極の0.3mol%を占めるように20nm形成した。

【0026】更に、陰極の保護層27としてスカンジウムが1mol%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス

中のRFスパッタ法により300nm形成した。このようにして、発光面積が2mm×2mmでレンズ構造の曲率中心を有機EL発光部の中央を中心とした有機薄膜EL素子が完成する。

【0027】このように作製した実施例3の有機薄膜EL素子について定電流駆動させたときの光出力をパワーメーターを用いて測定した結果を図4に示す。縦軸が光出力(μ W)、横軸が電流(μ A)となっている。図中に実施例3の有機薄膜EL素子とフラット基板を用いた従来の有機薄膜EL素子との比較値を示す。ここで従来の有機薄膜EL素子はレンズ構造を持たないガラス基板(曲率半径 $R_2 = \infty$, $d_1 = 0.3$ mm)とした。

【0028】図から分かるように実施例3における電流-光出力特性は、従来の有機薄膜EL素子と比べて同じ電流において光出力が約2.6倍大きくなる。これは本発明の有機薄膜EL素子を用いることで、光の取り出し効率が約2.6倍向上することを示している。

【0029】またフラット部分の基板の厚さを変えた以外は実施例3と同様にレンズ構造を有する有機薄膜EL素子を作成し、電流-光出力特性同様の評価を行った。このとき実施例4として d_1 が0.8mmとしたときは従来の有機薄膜EL素子と比較して光出力が約2倍向上した。さらに実施例5として d_1 が1.3mmのときは光出力が約1.6倍向上するという結果となった。

【0030】以上、一つの有機薄膜EL素子の例について述べてきたが、有機薄膜EL素子を表示装置に適用するために有機薄膜EL素子をアレイ状とする場合には、有機薄膜EL素子の発光部の径 A_1 と素子のピッチ p に対して、下に記すような数1の関係が必要となる。

【0031】

【数1】

$$A_1 < 2 \sqrt{R_2^2 + (R_2 - d_2)^2} < p$$

【0032】本発明の有機薄膜EL素子を構成するレンズ構造を兼ね備えた光透過部位は基板、あるいはこれらに接するレンズ状構造物などがあげられる。また基板に設けるレンズ構造としては、低屈折率イオンを含む平板基板ガラスにパターンニングを施し高屈折率イオン溶液塩中に浸漬させることにより選択的にイオン交換を行い形成する埋め込み型3次元分布屈折率レンズ、NC加工により切削した金型をレプリカとした成形により形成するガラスあるいはプラスチックレンズ、さらにはプラスチックレンズレットアレイ等がある。

【0033】本発明に適用されうる有機薄膜EL素子の有機薄膜層は特に限定されないが、発光層だけの単層構造のものや正孔輸送層、電子輸送層、陽極界面層、陰極界面層などを有するもの等あらゆる薄膜構造が適用可能である。また、発光層以外を形成する薄膜層としては、有機物質に限らず無機物質を用いた薄膜や有機物質と金属の混合体などの薄膜であっても有効である。

【0034】本発明の有機薄膜EL素子の有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に溶かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

【0035】また、本発明においては、正孔輸送層の材料としては特に限定されないが、例えばトリフェニルジアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ポルフィリン誘導体、スチルベン誘導体、アリールアミン誘導体などを用いることができる。

【0036】更に、正孔輸送化合物を既知の高分子を媒体として、これに分散した層として用いることもできる。

【0037】前記高分子としては、正孔輸送性を極度に阻害しないものが望ましく、例えば、ポリ(ニルカルバゾール)、ポリカーボネート、ポリメチルアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン系重合体、ポリシリレン系重合体、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフェニレンピレンなどが適用できる。

【0038】陽極界面層は安定な正孔注入を達成すべく導入するものであるが、有機薄膜層と陽極の密着性を保持する役目を担う必要がある。不必要に膜厚を大きくすることは、発光の駆動電圧を大きくしたり、薄膜表面に不均一発光を招く凹凸をもたらす可能性があり、前記陽極界面層は30nm以下の膜厚が望ましい。

【0039】本発明において適用できる陽極界面層は例えば「色素ハンドブック：講談社'86年」に記載されているスピロ化合物、アゾ化合物、キノン化合物、インジゴ化合物、ジフェニルメタン化合物、キナクリドン化合物、ポリメチン化合物、アクリジン化合物、ポルフィリン化合物等の結合多環系の色素が適用できる。

【0040】また、芳香族アミン等の「オーガニックセミコンダクターズ：フェルラックケミエ社'74年(ORGANIC SEMICONDUCTORS: VERLAG CHEMIE'74)」に記載されている低分子有機P型半導体も適用できる。

【0041】本発明において、有機薄膜EL素子の発光層材料は特に限定されず、公知の発光材料を適用できる。例えば、8-ヒドロキシキノリノール及びその誘導体の金属錯体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ジスチリルアリール誘導体、クマリン系誘導体、キナクリドン誘導体、ペリレン系誘導体、ポリメチン系誘導体、アントラセン誘導体、ポリビニルカルバゾールなどが挙げられる。発光層は単一成分でも他の発光材料をドーピングする系でも良い。

【0042】本発明においては必要に応じて電子輸送層を発光層と陰極の間に設けても良い。電子輸送材料は特に限定されるものではないが、8-ヒドロキシキノリノール及びその誘導体、オキサジアゾール誘導体、ジフェ

ニルキノン誘導体などの適用が可能である。

【0043】有機薄膜EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送帯層に注入する役割を担うものであり、4.5 eV以上の仕事関数を有することが効果的である。有機薄膜EL素子に用いる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、金、銀、白金、銅等が適用できる。また陰極材料としては、電子輸送帯又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましく、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム合金等を主成分とする金属が使用できる。尚、素子を酸素や湿気から守る目的で、金属酸化物、金属硫化物、金属沸化物、有機化合物から成る公知の封止材料等から形成される封止層を設けることも有効である。

【0044】

【発明の効果】以上のように、本発明における有機薄膜EL素子の構造は光の取り出し効率が改善されるため、必要とする光出力を得るための電流が少なくて済み、低消費電力の有機薄膜ELデバイスが得られる。また本発明の有機薄膜EL素子を、セグメント表示やマトリクス型の有機薄膜ELディスプレイ等へ適用することで消費電力の少ない光表示あるいは光出力装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態1の有機薄膜EL素子を表す概念図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における実施例2の

有機薄膜EL素子の光強度分布を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態の有機薄膜EL素子の断面図である。

【図4】本発明の実施例3～実施例5及び従来の有機薄膜EL素子の電流-光出力特性を示すグラフ図である。

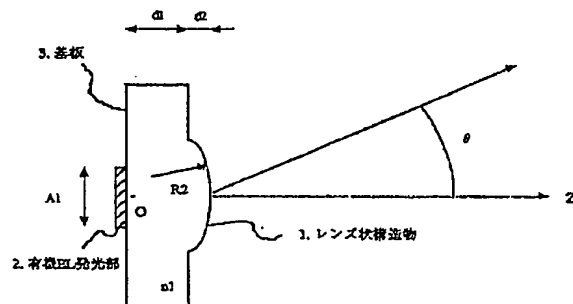
【図5】基板のフラット部分の厚さを d_1 及び基板のレンズ部分の厚さを d_2 と基板表面のレンズ構造の曲率半径を R_2 を変えたときの光強度分布と視野角の関係を示す図である。

【図6】従来の有機薄膜EL素子を示す構造図である。

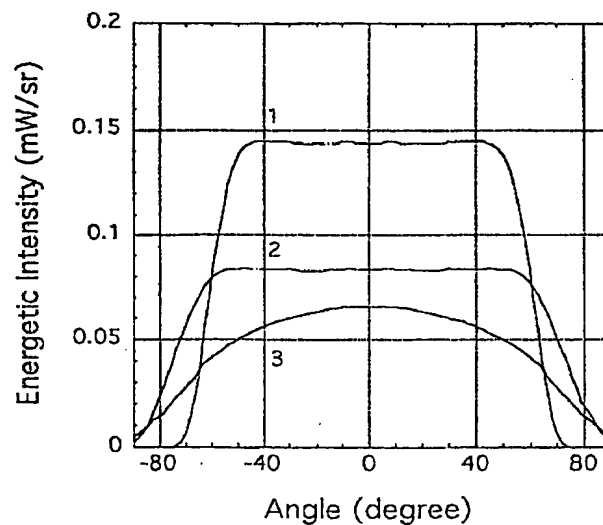
【符号の説明】

- 1 レンズ状構造物
- 2 有機EL発光部
- 3 基板
- 4 フラット基板
- A₁ 有機EL発光部の径
- R₂ レンズ状構造物の曲率半径
- d₁ 基板の厚さ
- d₂ レンズの厚さ
- θ 観測方向と光軸のなす角
- n₁ 基板の屈折率
- 21 ITO透明電極
- 22 陽極界面層
- 23 正孔輸送層
- 24 発光層
- 25 電子輸送層
- 26 陰極
- 27 陰極保護層

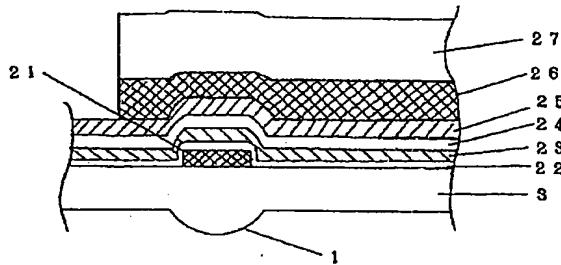
【図1】



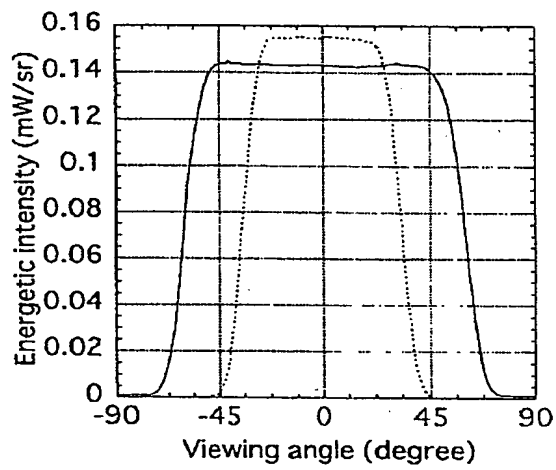
【図2】



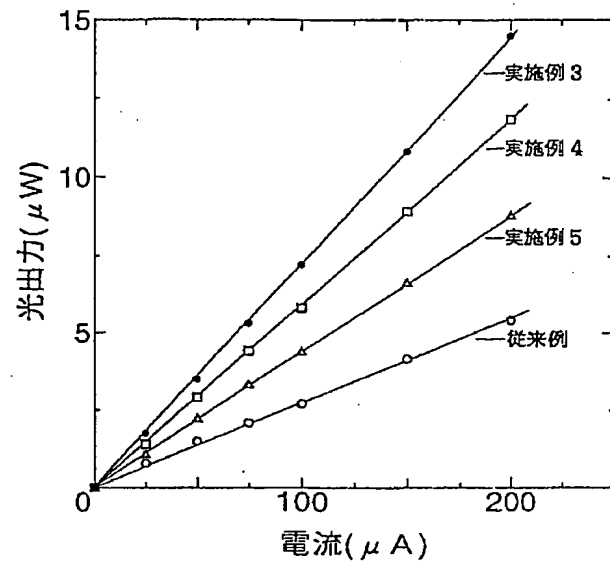
【図3】



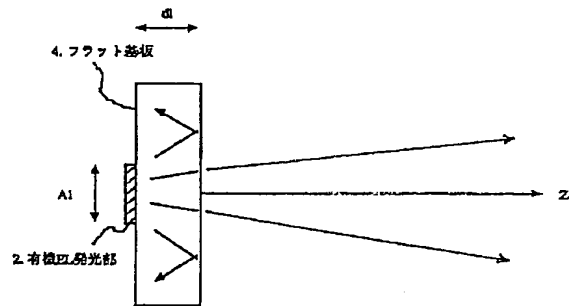
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 笠原 健一
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72)発明者 杉本 喜正
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-171892

(43) 公開日 平成9年(1997)6月30日

(51) Int.Cl.⁶
H05B 33/00

識別記号 片内整理番号

P I
H05B 33/00

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-330220

(22) 出願日 平成7年(1995)12月19日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 川上 威

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 李津木 功二

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 高野 繁正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

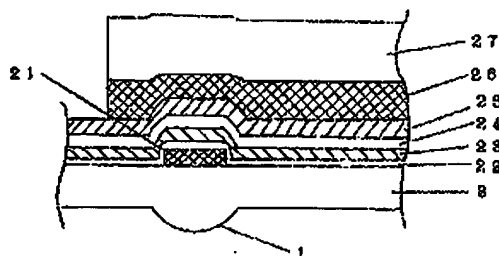
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機薄膜EL素子

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構造で、高い光取り出し効率を達成する有機薄膜EL素子を提供する。

【解決手段】 レンズ状構造物1の付いたガラス基板3に陽極21と陽極界面層22が形成され、さらに正孔輸送層23、発光層24、電子輸送層25、陰極26、陰極保護層27が形成された構造となっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光透過部位を有する有機薄膜EL素子において、前記基板の光取り出し側がレンズ構造であることを特徴とする有機薄膜EL素子。

【請求項2】前記レンズ構造が発光部の中央を中心とする曲率を有することを特徴とする請求項1に記載の有機薄膜EL素子。

【請求項3】前記光透過部位が基板であり、基板の厚さ d_1 、基板表面からレンズ構造の頂点との距離 d_2 、レンズの曲率半径 R 、との間に、 $d_1 + d_2 \leq R$ が成り立つことを特徴とする請求項1に記載の有機薄膜EL素子。

【請求項4】前記レンズ構造が分布屈折率を有する基板であることを特徴とする請求項1に記載の有機薄膜EL素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はセグメントやドット表示等の光源に用いる有機薄膜EL素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】タンク（Tang）らによって報告された新しいタイプの有機薄膜EL素子（アプライド・フィジックス・レターズ（Applied Physics Letters）、51巻、913ページ、1987年）は、フラット基板、陽極、正孔輸送層、発光層、陰極によって構成されている。陽極としてはフラットなガラス基板に形成された酸化インジウム錫合金（ITO）、正孔輸送層は1,1'-ビス（4-N,N'-ジトリルアミノフェニル）シクロヘキサン、発光層はトリス（8-ヒドロキシキノリン）アルミニウム及び陰極はマグネシウム-銀合金から形成されている。

【0003】タンクらの有機薄膜EL素子の発光動作原理を簡単に説明すると、まず陽極から正孔輸送層に注入された正孔が、発光層界面に向かって移動し、陰極からは電子が発光層に注入され発光層内を移動する。そして発光層内に注入された正孔と電子が発光層内で再結合し、励起状態を経て発光する。この時、有機薄膜EL素子の外部量子効率 η_{ext} はEL量子効率 η_{int} と光取り出し効率 η_{out} の積で示される。そしてEL量子効率は発光材料や素子構造に大きく依存し、また一方の光取り出し効率は基板や有機薄膜の光の屈折率に大きく依存することになる。

【0004】現在開発されている有機薄膜EL素子は基本的に、タンクらの報告した素子構成及び材料の概念を基に素子構成の改良をはじめ有機材料や電極等の改良が加えられ進展したものであるが、発光の強度を上げることを目的としたものとして、発光層にキナクリドン誘導体を微量添加することにより4.1%（photon/electron）の外部量子効率のEL素子を開発したもの（“有機半導体の実用化技術”サイエンスフォ

ラム, New Trigger Series, 95-116頁（1993））が発表により報告されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一重項励起子の生成確率が最大でも40%であること以外に、有機薄膜内で発生・放射される光を有効に外部に取り出していないこと、すなわち光の取り出し効率が低いことに起因して、理論的に面状発光の有機薄膜ELの外部量子効率は最大でも約8%しか得られないことが報告されている（有機エレクトロニクス材料研究会（The Japanese Research Association for Organic Electronics Materials）WORKSHOP95, 1~6頁, 1995年）。

【0006】また光の取り出し効率が低い原因としては、次のようなことが考えられる。通常の有機薄膜EL素子では図6に示すように、フラット基板4の裏面に有機薄膜EL素子の発光部2が直接接続されている。この発光部2からの出力光は、フラット基板4の裏面から基板の中を透過して表面から取り出される。しかしながらこのような構造の有機薄膜EL素子においては、等方発光源である有機薄膜層からの光は、図6に示したように光取り出し側の基板面や透明電極表面への入射角が臨界角を越えてしまうと全反射されるため、基板から外部に取り出すことができない。例えば、有機EL発光部2の径を A_1 、基板の厚さを d_1 として、 A_1 が1mmでフラット基板4の厚さ d_1 が1.1mmのときには、光の取り出し効率はおよそ25%になってしまう。

【0007】このため、従来のような構成では有機薄膜EL素子からの光を有効に取り出せていない分、高電圧が要求される場合、更に高い電圧をかけなければならず消費電力の増加を招く結果となっていた。

【0008】本発明は有機薄膜EL素子の光の取り出し効率を上げることに素子の外部量子効率を上げ、低消費電力で駆動させることができる有機薄膜EL素子を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の有機薄膜EL素子では光透過部位を有する有機薄膜EL素子において、前記基板の光取り出し側がレンズ構造であることを特徴とする。またレンズ構造が発光部の中央を中心とする曲率を有することを特徴とする。

【0010】さらに光透過部位が、基板の厚さ d_1 、基板表面からレンズ構造の頂点との距離 d_2 、レンズの曲率半径 R 、との間に $d_1 + d_2 \leq R$ が成り立つことを特徴とする。また前記レンズ構造が分布屈折率を有する基板であることを特徴とする。

【0011】本発明では、基板表面に有機EL発光部を形成してなる有機薄膜EL素子において、出力光を取り

出す透明基板又は透明電極の表面に極率半径を有するレンズ構造を設けている。このレンズ構造により、光軸以外の方向に放射された光が光軸方向に集光されるため、光軸方向から見た照度が向上することになる。また光源から等方に放射した光が見る基板表面での入射角が臨界角以下となる割合が増える。すなわち大きい立体角に放射された光を取り出すことができるので、光軸以外の方向から見た場合の照度も向上することになる。

【0012】さらにこのレンズ構造が有機薄膜EL素子の発光部の中央を中心とする曲率とすることにより光取り出し効率をあげることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

【0014】図1は本発明の第1の実施の形態における有機薄膜EL素子を示す断面図である。第1の実施の形態では有機薄膜EL素子の発光部2に接している基板3の光出射側がレンズ状構造を有している。ここで図では有機薄膜EL素子の有機EL発光部2のみを記しその他の構造は省略している。

【0015】第1の実施の形態では発光部に接する基板の光出射側をレンズ状構造とすることにより有機EL発光部2からの光を効率よく集光することができ、かつ、基板表面での入射角が臨界角以下となる割合が増えるので光軸以外の角度から見ても照度が向上する。

【0016】図2は有機EL発光部の出力を1mWとした場合に有機薄膜EL素子の発光部の中心から外部の θ 方向から見たときの光強度分布を示す図である。

【0017】図1に示した第1の実施の形態の実施例1の例を説明する。有機EL発光部2の径を A_1 、基板のフラット部分の厚さを d_1 、基板のレンズ部分の厚さを d_2 、基板表面のレンズ構造の曲率半径を R_2 として、 $A_1 = 1\text{mm}$ 、 $d_1 = 1.1\text{mm}$ 、 $d_2 = 0.4\text{mm}$ 、 $R_2 = 4\text{mm}$ 、有機EL発光部の出力を1mWとした。このときの実施例1の光強度分布は、図2の2のような分布になり、照度の向上ならびに均一性が向上することが分かる。

【0018】ここで基板のフラット部分の厚さを d 、及び基板のレンズ部分の厚さを d 、と基板表面のレンズ構造の曲率半径を R 、を変えたときの光強度分布と視野角の関係を図5に示す。図中に実線で示された光強度分布は実施例1の有機薄膜EL素子、破線で示された光強度分布は $d_1 + d_2$ ($= 6.0\text{mm}$) $> R_2$ ($= 2.3\text{mm}$)としたものである。破線の例では若干の照度の向上が見られるが、実施例1と比較して視野角が大きく減少してしまっている。したがって、視野角を大きくするためには $d_1 + d_2 \leq R_2$ とする必要がある。

【0019】次に図1に示した第1の実施の形態の実施例2の例を説明する。実施例2ではレンズ構造の曲率中心を有機EL発光部の中央を中心としている。この場合

光の取り出し効率を50%まで引き上げることが可能となる。このときの有機薄膜EL素子は、 $A_1 = 1\text{mm}$ 、 $d_1 = 1.1\text{mm}$ 、 $d_2 = 1.2\text{mm}$ 、 $R_2 = 2.3\text{mm}$ とした。実施例2のときの有機EL発光部の出力を1mWとした場合の光強度分布を、図2の1に示す。この場合、同じ条件でフラット基板を用いた場合よりも約2倍の光取り出し効率を達成できる。

【0020】本発明の第1の実施の形態に用いた有機薄膜EL素子の断面構造を図3に示す。第1の実施の形態では図3に示すようにレンズ状構造物1の付いたガラス基板3に陽極21と陽極界面層22が形成され、さらに正孔輸送層23、発光層24、電子輸送層25、陰極26、陰極保護層27が形成された構造となっている。

【0021】以下に実施例3として第1の実施の形態における有機薄膜EL素子の作成手順について説明する。はじめにレンズ状構造物1の付いたガラス基板3はNC加工により切断した金型を作製し、これをレプリカとした成形によりレンズ構造を形成する。ガラス基板3の厚さ d_1 は0.3mmである。光の屈折率は1.5である。また曲率半径 $R_2 = 2.5\text{mm}$ 、レンズの厚さ $d_2 = 2.5\text{mm}$ である。

【0022】次にガラス基板3上のレンズ構造物1とは反対側にITOをスパッタリングによってシート抵抗が $15\Omega/\square$ になるように製膜し、エッチングによって2mm幅の陽極21を形成した。その上に陽極界面層22として銅フタロシアニンをMBE法を用いて、 $7.0 \times 10^{-3}\text{Torr}$ 真空中、5nm形成した。

【0023】次に正孔輸送層として、 α -NPDをMBE法を用いて $5.8 \times 10^{-3}\text{Torr}$ 真空中、60nm形成した。次に発光層24として、トリス(8-ヒドロキシキノリン)ノールアルミニウムとキナクリドンをMBE法にてキナクリドンが発光層24の0.5モル%含有するようにMBE法にて別々の蒸発源(K-セル)からの同時蒸着によって $5.6 \times 10^{-3}\text{Torr}$ 真空中、20nm形成した。

【0024】更に、電子輸送層25として、トリス(8-ヒドロキシキノリン)ノールアルミニウムをMBE法によって $4.3 \times 10^{-3}\text{Torr}$ 真空中、40nm形成した。尚、陽極界面層21～電子輸送層25までの有機薄膜は陽極21の端子取り出し部分以外の基板全面に形成した。

【0025】次に真空を破ることなく、ロードロック機構を用いてステンレス製のシャドーマスク上に有機膜の形成された基板3を設置し、陰極としてスカンジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス中でRFスパッタ法で蒸発し、リチウムを別の蒸発源より蒸発させる方法でリチウムが陰極の0.3モル%を占めるように20nm形成した。

【0026】更に、陰極の保護層27としてスカンジウムが1モル%含まれるアルミニウム合金をアルゴンガス

中のRFスパッタ法により300nm形成した。このようにして、発光面積が2mm×2mmでレンズ構造の曲率中心を有機EL発光部の中央を中心とした有機薄膜EL素子が完成する。

【0027】このように作製した実施例3の有機薄膜EL素子について定電流駆動させたときの光出力をパワーメーターを用いて測定した結果を図4に示す。縦軸が光出力(μW)、横軸が電流(μA)となっている。図中に実施例3の有機薄膜EL素子とフラット基板を用いた従来の有機薄膜EL素子との比較値を示す。ここで従来の有機薄膜EL素子はレンズ構造を持たないガラス基板(曲率半径 $R_2 = \infty$, $d_1 = 0.3$ mm)とした。

【0028】図から分かるように実施例3における電流-光出力特性は、従来の有機薄膜EL素子と比べて同じ電流において光出力が約2.6倍大きくなる。これは本発明の有機薄膜EL素子を用いることで、光の取り出し効率が約2.6倍向上することを示している。

【0029】またフラット部分の基板の厚さを変えた以外は実施例3と同様にレンズ構造を有する有機薄膜EL素子を作成し、電流-光出力特性同様の評価を行った。このとき実施例4として d_1 が0.8mmとしたときは従来の有機薄膜EL素子と比較して光出力が約2倍向上した。さらに実施例5として d_1 が1.3mmのときは光出力が約1.6倍向上するという結果となった。

【0030】以上、一つの有機薄膜EL素子の例について述べてきたが、有機薄膜EL素子を表示装置に適用するために有機薄膜EL素子をアレイ状とする場合には、有機薄膜EL素子の発光部の径A、と素子のピッチpに対して、下に記すような数1の関係が必要となる。

【0031】

【数1】

$$A_1 < 2 \sqrt{R_2^2 + (R_2 - d_2)^2} < p$$

【0032】本発明の有機薄膜EL素子を構成するレンズ構造を兼ね備えた光透過部位は基板、あるいはこれらに接するレンズ状構造物などがあげられる。また基板に設けるレンズ構造としては、低屈折率イオンを含む平板基板ガラスにパターンニングを施し高屈折率イオン溶液塩中に浸漬させることにより選択的にイオン交換を行い形成する埋め込み型3次元分布屈折率レンズ、NC加工により切削した金型をレプリカとした成形により形成するガラスあるいはプラスチックレンズ、さらにはプラスチックレンズレットアレイ等がある。

【0033】本発明に適用される有機薄膜EL素子の有機薄膜層は特に限定されないが、発光層だけの単層構造のものや正孔輸送層、電子輸送層、陽極界面層、陰極界面層などを有するもの等あらゆる薄膜構造が適用可能である。また、発光層以外を形成する薄膜層としては、有機物質に限らず無機物質を用いた薄膜や有機物質と金属の混合体などの薄膜であっても有効である。

【0034】本発明の有機薄膜EL素子の有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に溶かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

【0035】また、本発明においては、正孔輸送層の材料としては特に限定されないが、例えばトリフェニルジアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ポルフィリン誘導体、スチルベン誘導体、アリールアミン誘導体などを用いることができる。

【0036】更に、正孔輸送化合物を既知の高分子を媒体として、これに分散した層として用いることもできる。

【0037】前記高分子としては、正孔輸送性を極度に阻害しないものが望ましく、例えば、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、ポリカーボネート、ポリメチルアクリレート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン系重合体、ポリシリレン系重合体、ポリチオフェン、ポリアニリン、ポリフェニレンビニレンなどが適用できる。

【0038】陽極界面層は安定な正孔注入を達成すべく導入するものであるが、有機薄膜層と陽極の密着性を保持する役目を担う必要がある。不必要に膜厚を大きくすることは、発光の駆動電圧を大きくしたり、薄膜表面に不均一発光を招く凹凸をもたらす可能性があり、前記陽極界面層は30nm以下の膜厚が望ましい。

【0039】本発明において適用できる陽極界面層は例えば“色素ハンドブック：講談社”86年”に記載されているスピロ化合物、アゾ化合物、キノン化合物、インジゴ化合物、ジフェニルメタン化合物、キナクリドン化合物、ポリメチン化合物、アクリジン化合物、ポルフィリン化合物等の結合多環系の色素が適用できる。

【0040】また、芳香族アミン等の“オーガニックセミコンダクターズ：フェルラックケミエ社”74年(ORGANIC SEMICONDUCTORS: VERLAG CHEMIE 74)”に記載されている低分子有機P型半導体も適用できる。

【0041】本発明において、有機薄膜EL素子の発光層材料は特に限定されず、公知の発光材料を適用できる。例えば、8-ヒドロキシキノリノール及びその誘導体の金属錯体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ジスチルルアリール誘導体、クマリン系誘導体、キナクリドン誘導体、ペリレン系誘導体、ポリメチン系誘導体、アントラセン誘導体、ポリビニルカルバゾールなどが挙げられる。発光層は単一成分でも他の発光材料をドーピングする系でも良い。

【0042】本発明においては必要に応じて電子輸送層を発光層と陰極の間に設けても良い。電子輸送材料は特に限定されるものではないが、8-ヒドロキシキノリノール及びその誘導体、オキサジアゾール誘導体、ジフェ

ニルキノン誘導体などの適用が可能である。

【0043】有機薄膜E_L素子の陽極は、正孔を正孔輸送層に注入する役割を担うものであり、4.5 eV以上の仕事関数を有することが効果的である。有機薄膜E_L素子に用いる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金（ITO）、酸化錫（NE SA）、金、銀、白金、銅等が適用できる。また陰極材料としては、電子輸送層又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましく、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム合金等を主成分とする金属が使用できる。尚、素子を酸素や湿気から守る目的で、金属酸化物、金属硫化物、金属沸化物、有機化合物から成る公知の封止材料等から形成される封止層を設けることも有効である。

【0044】

【発明の効果】以上のように、本発明における有機薄膜E_L素子の構造は光の取り出し効率が改善されるため、必要とする光出力を得るための電流が少なくて済み、低消費電力の有機薄膜E_Lデバイスが得られる。また本発明の有機薄膜E_L素子を、セグメント表示やマトリクス型の有機薄膜E_Lディスプレイ等へ適用することで消費電力の少ない光表示あるいは光出力装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態1の有機薄膜E_L素子を表す概念図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における実施例2の*

*有機薄膜E_L素子の光強度分布を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態の有機薄膜E_L素子の断面図である。

【図4】本発明の実施例3～実施例5及び従来の有機薄膜E_L素子の電流-光出力特性を示すグラフ図である。

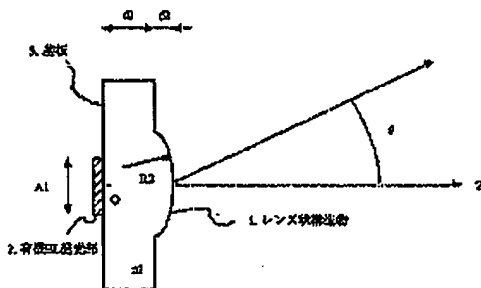
【図5】基板のフラット部分の厚さをd₁、及び基板のレンズ部分の厚さをd₂、と基板表面のレンズ構造の曲率半径をR₂を変えたときの光強度分布と視野角の関係を示す図である。

10 【図6】従来の有機薄膜E_L素子を示す構造図である。

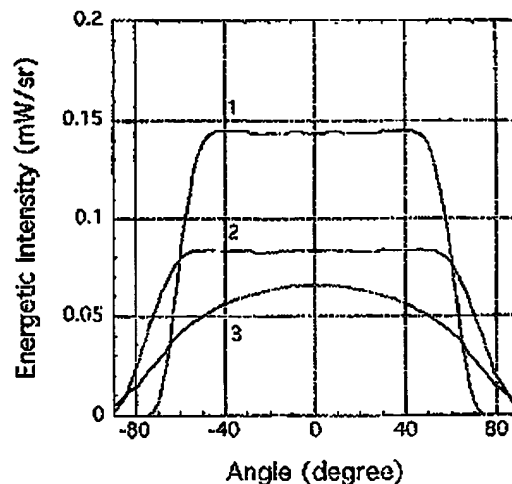
【符号の説明】

- 1 レンズ状構造物
- 2 有機E_L発光部
- 3 基板
- 4 フラット基板
- A₁ 有機E_L発光部の径
- R₂ レンズ状構造物の曲率半径
- d₁ 基板の厚さ
- d₂ レンズの厚さ
- θ 観測方向と光軸のなす角
- n₁ 基板の屈折率
- 21 ITO透明陽極
- 22 陽極界面層
- 23 正孔輸送層
- 24 発光層
- 25 電子輸送層
- 26 陰極
- 27 陰極保護層

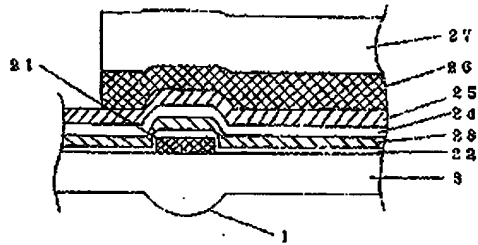
【図1】



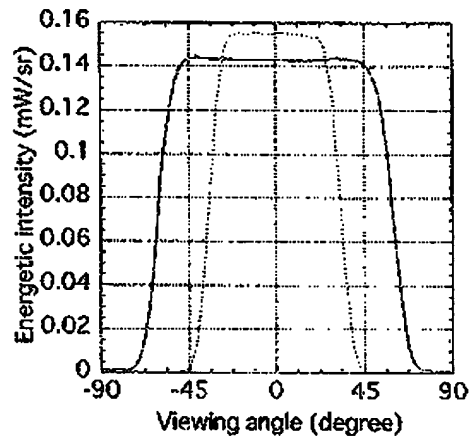
【図2】



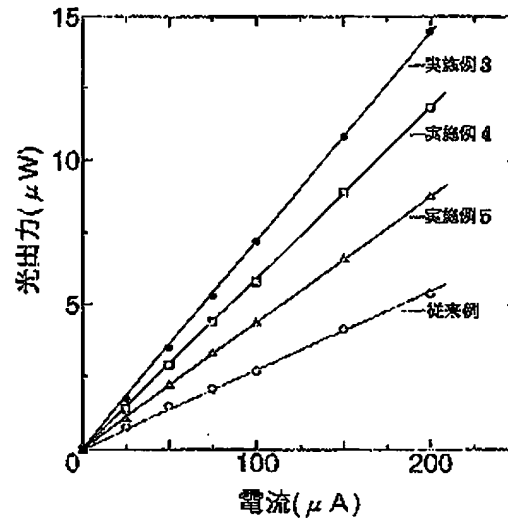
【図3】



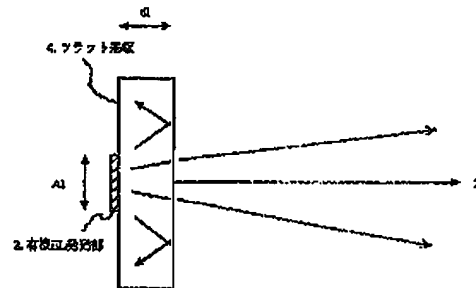
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 荻原 健一
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72)発明者 杉本 喜正
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-171892

(43)Date of publication of application : 30.06.1997

(51)Int.Cl.

H05B 33/00

(21)Application number : 07-330220

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 19.12.1995

(72)Inventor : KAWAKAMI TAKESHI

UTSUKI KOJI

TAKANO SHIGEMASA

KASAHARA KENICHI

SUGIMOTO YOSHIMASA

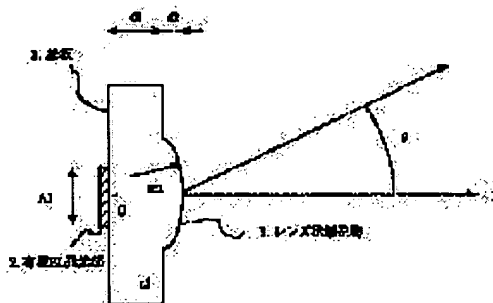
(54) ORGANIC THIN FILM EL ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device with low power consumption by making the light emitting side of a base into lens structure, and setting the flat part thickness of the base, the lens part thickness, and the curvature radius to specified ratios.

SOLUTION: The diameter $\phi 1$ of an organic EL light emitting part 2 is set to 1mm, the thickness $d1$ of a base flat part to 1.1mm, the thickness $d2$ of a base lens part to 0.4mm, the curvature radius $R2$ of the base surface lens to 4mm, and the output of the organic EL emitting part to 1mW.

The light emitting side of a base 3 adjacent to such an organic EL emitting part 2 is made into lens structure, whereby the emitted light can be efficiently converged. Since the ratio in which the incident angle on the base surface becomes less than a critical angle is increased, the brightness is improved, even when seen from the angle other than the optical axis. Further, $d1+d2=1.5\text{mm}$ is set smaller than $R2=4\text{mm}$, whereby the field angle can be increased. The light emitting side of the base is made into lens structure,



and d1+d is set to R2 or less, whereby a device with low power consumption can be provided.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.12.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2773720

[Date of registration] 24.04.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The organic thin film EL element characterized by the optical ejection side of said substrate being lens structure in the organic thin film EL element which has a light transmission part.

[Claim 2] The organic thin film EL element according to claim 1 to which said lens structure is characterized by having the curvature centering on the center of a light-emitting part.

[Claim 3] said light transmission part -- a substrate -- it is -- the thickness $d1$ of a substrate, the distance $d2$ with the top-most vertices of a substrate front face to lens structure, and radius of curvature $R2$ of a lens between -- $d1 + d2 \leq R2$ Organic thin film EL element according to claim 1 characterized by being realized.

[Claim 4] The organic thin film EL element according to claim 1 characterized by said lens structure being the substrate which has a distribution refractive index.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the organic thin film EL element used for the light sources, such as a segment and a dot display.

[0002]

[Description of the Prior Art] The organic new thin film EL element (applied physics Letters (Applied Physics Letters), 51 volumes, 913 pages, 1987) of a type reported by tanks (Tang) is constituted by a flat substrate, an anode plate, an electron hole transportation layer, a luminous layer, and cathode. A 1 and 1'-screw (4-N and N'-ditolylamino phenyl) cyclohexane is formed for the indium oxide tin alloy (ITO) and electron hole transportation layer which were formed in the glass substrate [flat / as an anode plate], and tris (8-hydroxy quinolinol aluminum) and cathode are formed for the luminous layer from the magnesium-silver alloy.

[0003] If the luminescence principle of operation of the organic thin film EL element of tongues is explained briefly, the electron hole injected into the electron hole transportation layer moves toward a luminous layer interface from an anode plate first, and from cathode, an electron will be poured into a luminous layer and will move in the inside of a luminous layer. And the electron hole and electron which were poured in into the luminous layer recombine within a luminous layer, and emit light through an excitation state. At this time, the external quantum efficiency of an organic thin film EL element is shown by the product of EL quantum efficiency and optical ejection effectiveness. And it will be greatly dependent on luminescent material or component structure, and EL quantum efficiency will depend for one optical ejection effectiveness on the rate of optical refraction of a substrate or an organic thin film greatly.

[0004] Although amelioration of a component configuration is begun based on the concept of the component configuration which tongues reported, and an ingredient, amelioration of an organic material, an electrode, etc. is added to it and the organic thin film EL element by which current development is carried out progresses to it fundamentally As a thing aiming at raising the reinforcement of luminescence what developed the EL element of 4.1% (photon/electron) of external quantum efficiency by carrying out minute amount addition of the Quinacridone derivative to the luminous layer (it Series(es) a "utilization [of an organic semiconductor] technical" Science forum, and New Trigger [] --) 95 - 116 pages (1993) are reported by Wakimoto and others.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The light generated -> emitted within an organic thin film in addition to the generation probability of a singlet exciton being 40% at the maximum is not taken out outside effectively, Namely, it originates in the ejection effectiveness of light being low. It is reported theoretically that the external quantum efficiency of the organic thin film EL of field-like luminescence is acquired only about 8% at the maximum (organic electronics ingredient study group ()). [The Japanese Research Association] for Organic Electronics

Materials WORKSHOP95, 1-6 pages, 1995.

[0006] Moreover, the following can be considered as a cause that the ejection effectiveness of light is low. In the usual organic thin film EL element, as shown in drawing 6, direct continuation of the light-emitting part 2 of an organic thin film EL element is carried out to the rear face of the flat substrate 4. The output light from this light-emitting part 2 penetrates the inside of a substrate from the rear face of the flat substrate 4, and is taken out from a front face. However, in the organic thin film EL element of such structure, since total reflection of the light from the organic thin film layer which is a source of method luminescence of ** will be carried out if the incident angle to the substrate side and transparent electrode front face by the side of optical ejection exceeds a critical angle as shown in drawing 6, it cannot be taken out from a substrate outside. For example, it is the thickness of A1 and a substrate about the path of the organic electroluminescence light-emitting part 2 d1 It carries out and A1 is the thickness d1 of the flat substrate 4 at 1mm. When it is 1.1mm, the ejection effectiveness of light will become 25% about.

[0007] For this reason, with a configuration like before, when the part and high brightness which have not taken out effectively the light from an organic thin film EL element were required, it had resulted in having to apply a still higher electrical potential difference, and causing the increment in power consumption.

[0008] This invention gathers the external quantum efficiency of a component by gathering the ejection effectiveness of the light of an organic thin film EL element, and it aims at offering the organic thin film EL element which can be made to drive with a low power.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In the organic thin film EL element of this invention, it is characterized by the optical ejection side of said substrate being lens structure in the organic thin film EL element which has a light transmission part. Moreover, lens structure is characterized by having the curvature centering on the center of a light-emitting part.

[0010] further -- a light transmission part -- the thickness d1 of a substrate, the distance d2 with the top-most vertices of a substrate front face to lens structure, and radius of curvature R2 of a lens between -- $d1 + d2 \leq R2$ It is characterized by being realized. Moreover, said lens structure is characterized by being the substrate which has a distribution refractive index.

[0011] In this invention, the lens structure of having a **** radius is prepared in the front face of the transparence substrate which takes out output light, or a transparent electrode in the organic thin film EL element which comes to form an organic electroluminescence light-emitting part in a substrate front face. Since the light emitted in the direction of [other than an optical axis] is condensed in the direction of an optical axis by this lens structure, the illuminance seen from the optical axis will improve. moreover -- from the light source -- etc. -- since the rate that the incident angle on the front face of a substrate which the light emitted to the direction looks at becomes below a critical angle increases, namely, the light emitted to the large solid angle can be taken out, the illuminance at the time of seeing from the direction of [other than an optical axis] will also improve.

[0012] Optical ejection effectiveness can be further raised with furthermore this lens structure considering as the curvature centering on the center of the light-emitting part of an organic thin film EL element.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail using a drawing.

[0014] Drawing 1 is the sectional view showing the organic thin film EL element in the gestalt of operation of the 1st of this invention. With the gestalt of the 1st operation, the optical outgoing radiation side of the substrate 3 which is in contact with the light-emitting part 2 of an organic thin film EL element has lens-like structure. Only the organic electroluminescence light-emitting part 2 of an organic thin film EL element is described [here] by a diagram, and other structures

are omitted.

[0015] With the gestalt of the 1st operation, since the rate that can condense efficiently the light from the organic electroluminescence light-emitting part 2, and the incident angle on the front face of a substrate becomes below a critical angle by making into lens-like structure the optical outgoing radiation side of the substrate which touches a light-emitting part increases, even if it sees from include angles other than an optical axis, an illuminance improves.

[0016] Drawing 2 is drawing showing the optical intensity distribution when seeing from [external] theta from the core of the light-emitting part of an organic thin film EL element, when the output of an organic electroluminescence light-emitting part is set to 1mW.

[0017] The example of the example 1 of the gestalt of the 1st operation shown in drawing 1 is explained. It is [path / of the organic electroluminescence light-emitting part 2] the radius of curvature of the lens structure on d2 and the front face of a substrate about the thickness of d1 and the lens part of a substrate in the thickness of A1 and the flat part of a substrate R2 It carried out and the output of A1 =1mm, d1 =1.1mm, d2 =0.4mm, R2 =4mm, and an organic electroluminescence light-emitting part was set to 1mW. It turns out that the optical intensity distribution of the example 1 at this time turn into distribution like 2 of drawing 2 , and the improvement in an illuminance and homogeneity improve.

[0018] It is the thickness of the flat part of a substrate here d1 It reaches and is the thickness of the lens part of a substrate d2 It is the radius of curvature of the lens structure on the front face of a substrate R2 The optical intensity distribution when changing and the relation of an angle of visibility are shown in drawing 5 . the optical intensity distribution the optical intensity distribution shown as the continuous line all over drawing were indicated to be with the organic thin film EL element of an example 1, and the broken line -- d1 -- it is referred to as +d2 >(= 6.0mm) R2 (= 2.3mm). Although improvement in some brightness is found in the example of a broken line, as compared with an example 1, the angle of visibility has decreased greatly. Therefore, in order to enlarge an angle of visibility, it is $d1 + d2 \leq R2$. It is necessary to carry out.

[0019] Next, the example of the example 2 of the gestalt of the 1st operation shown in drawing 1 is explained. The center of curvature of lens structure is centered on the center of an organic electroluminescence light-emitting part in the example 2. In this case, it becomes possible to pull up the ejection effectiveness of light to 50%. The organic thin film EL element at this time could be A1 =1mm, d1 =1.1mm, d2 =1.2mm, and R2 =2.3mm. The optical intensity distribution at the time of setting the output of the organic electroluminescence light-emitting part at the time of an example 2 to 1mW are shown in 1 of drawing 2 . In this case, the optical ejection effectiveness of being twice [about] many as this can be attained rather than the case where a flat substrate is used on the same conditions.

[0020] The cross-section structure of the organic thin film EL element used for the gestalt of operation of the 1st of this invention is shown in drawing 3 . With the gestalt of the 1st operation, it has the structure where the anode plate 21 and the anode plate volume phase 22 were formed in the glass substrate 3 to which the lens-like structure 1 was attached as shown in drawing 3 , and the electron hole transportation layer 23, a luminous layer 24, the electronic transportation layer 25, cathode 26, and the cathode protective layer 27 were formed further.

[0021] The creation procedure of the organic thin film EL element in the gestalt of the 1st operation is explained as an example 3 below. The glass substrate 3 to which the lens-like structure 1 was attached first produces the metal mold cut by NC machining, and forms lens structure with shaping which made this the replica. Thickness d1 of a glass substrate 3 It is 0.3mm. The rate of optical refraction is 1.5. Moreover, they are radius-of-curvature R2 =2.5mm and thickness d2 =2.5mm of a lens.

[0022] Next, in the lens structure 1 on a glass substrate 3, ITO was produced to the opposite side so that sheet resistance might become 15ohms / ** by sputtering, and the anode plate 21 of 2mm width of face was formed in it by etching. moreover -- as the anode plate volume phase 22 -- a

copper phthalocyanine -- MBE -- 5nm was formed under the 7.0×10^{-9} Torr vacuum using law. [0023] next -- as an electron hole transportation layer -- alpha-NPD -- MBE -- 60nm was formed under the 5.8×10^{-9} Torr vacuum using law. next -- as a luminous layer 24 -- tris (8-hydroxy quinolinol aluminum) and Quinacridone -- MBE -- law -- Quinacridone -- 0.5-mol% of the luminous layer 24 -- it contains -- as -- MBE -- 20nm was formed under the 5.6×10^{-9} Torr vacuum by the coincidence vacuum evaporatio from a separate evaporation source (K-cel) in law.

[0024] furthermore -- as the electronic transportation layer 25 -- tris (8-hydroxy quinolinol aluminum) -- MBE -- 40nm was formed under the 4.3×10^{-9} Torr vacuum by law. In addition, the organic thin film to the anode plate volume phase 21 - the electronic transportation layer 25 was formed all over substrates other than the terminal takeoff-connection part of an anode plate 21. [0025] next, the substrate 3 with which the organic film was formed on the shadow mask made from stainless steel using the load lock mechanism, without breaking a vacuum -- installing -- as cathode -- a scandium -- one-mol % -- 20nm was formed so that a lithium might occupy 0.3-mol% of cathode by the approach of evaporating the aluminium alloy contained in RF spatter in argon gas, and evaporating a lithium from another evaporation source.

[0026] furthermore -- as the protective layer 27 of cathode -- a scandium -- one-mol % -- 300nm of aluminium alloys contained was formed by RF spatter in argon gas. Thus, a centering on center of organic electroluminescence light-emitting part organic-in luminescence area thin film EL element completes the center of curvature of lens structure by 2mmx2mm.

[0027] Thus, the result of having measured the optical output when carrying out a constant current drive using the power meter about the organic thin film EL element of the produced example 3 is shown in drawing 4 . An axis of ordinate serves as an optical output (microwatt), and the axis of abscissa serves as a current (μ A). The compound value of the organic thin film EL element of an example 3 and the conventional organic thin film EL element which used the flat substrate is shown all over drawing. The here conventional organic thin film EL element was taken as the glass substrate (radius-of-curvature $R_2 = \text{infinity}$, $d_1 = 0.3\text{mm}$) without lens structure.

[0028] As shown in drawing, as for the current-optical output property in an example 3, compared with the conventional organic thin film EL element, an optical output becomes about 2.6 times larger in the same current. This is using the organic thin film EL element of this invention, and it is shown that the ejection effectiveness of light improves about 2.6 times.

[0029] Moreover, except having changed the thickness of the substrate of a flat part, the organic thin film EL element which has lens structure as well as an example 3 was created, and the same evaluation as a current-optical output property was performed. At this time, it is d1 as an example 4. When referred to as 0.8mm, as compared with the conventional organic thin film EL element, the optical output improved twice [about]. Furthermore, it is d1 as an example 5. When it was 1.3mm, the result that an optical output improved about 1.6 times was brought.

[0030] As mentioned above, when making an organic thin film EL element into the shape of an array in order to apply an organic thin film EL element to a display although the example of one organic thin film EL element has been described, it is the path A1 of the light-emitting part of an organic thin film EL element. Several 1 relation which is described below is needed to the pitch p of a component.

[0031]

[Equation 1]

$$A_1 < 2 \sqrt{R_2^2 + (R_2 - d_2)^2} < p$$

[0032] The lens-like structure with which the light transmission part which has the lens structure which constitutes the organic thin film EL element of this invention touches a substrate or these is raised. Moreover, there is a plastics lens let array etc. in the glass formed with shaping which

used as the replica the embedding mold three-dimension distribution refractive-index lens which forms by performing the ion exchange alternatively, and metal mold cut by NC machining or a plastics lens, and a pan by performing patterning to the monotonous substrate glass containing low refractive-index ion as lens structure prepared in a substrate, and making it immersed into high refractive-index ion fused salt.

[0033] Although especially the organic thin film layer of an organic thin film EL element in which it is applied to this invention and deals is not limited, all diaphragm structures, such as what has the thing of the monolayer structure of only a luminous layer, the electron hole transportation zonula layer, the electronic transportation zonula layer, an anode plate volume phase, a cathode volume phase, etc., are applicable. Moreover, it is effective even if it is the thin films using not only an organic substance but mineral matter as a thin film layer which forms except a luminous layer, such as a thin film and a mixture of an organic substance and a metal.

[0034] The organic thin film layer of the organic thin film EL element of this invention can be formed by the well-known approach by the applying methods, such as a dipping method of the solution melted into vacuum evaporation technique, molecular-beam vacuum deposition (MBE law), or a solvent, a spin coating method, the casting method, the bar coat method, and the roll coat method.

[0035] Moreover, in this invention, although not limited especially as an ingredient of the electron hole transportation zonula layer, a triphenyl diamine derivative, an OKISA diazole derivative, a porphyrin derivative, a stilbene derivative, an arylamine derivative, etc. can be used, for example.

[0036] Furthermore, an electron hole transportation compound can also be used as a layer distributed to this through the known macromolecule.

[0037] As said macromolecule, what does not check electron hole transportability to the degree of pole is desirable, for example, Polly (N-vinylcarbazole), a polycarbonate, polymethyl acrylate, polymethylmethacrylate, a polystyrene system polymer, the poly silylene system polymer, the poly thiophene, the poly aniline, polyphenylene PINIREN, etc. can be applied.

[0038] Although an anode plate volume phase is introduced that a stable hole injection should be attained, it is necessary to bear the duty holding the adhesion of an organic thin film layer and an anode plate. Enlarging thickness superfluously may enlarge driver voltage of luminescence, or it may bring about the irregularity which invites ununiformity luminescence to a thin film front face, and said anode plate volume phase has desirable thickness 30nm or less.

[0039] An anode plate volume phase applicable in this invention can apply the coloring matter of joint multi-ring systems, such as the spiro compound indicated in "coloring matter handbook:Kodansha' 86", an azo compound, a quinone compound, an indigo compound, a diphenylmethane compound, the Quinacridone compound, a poly methine compound, an acridine compound, and a porphyrin compound.

[0040] Moreover, the low-molecular organic P-type semiconductor indicated in "organic semi KONDAKUTAZU:FERURAKKUKEMIE' 74 (ORGANIC SEMICONDUCTORS : VERLAG CHEMIE'74)", such as aromatic amine, is also applicable.

[0041] In this invention, especially the luminous layer ingredient of an organic thin film EL element is not limited, but can apply a well-known luminescent material. For example, 8-hydroxy quinolinol and the metal complex of the derivative, a tetra-phenyl butadiene derivative, a JISUCHIRIRU aryl derivative, a coumarin system derivative, the Quinacridone derivative, a perylene system derivative, a poly methine system derivative, an anthracene derivative, a polyvinyl carbazole, etc. are mentioned. The system which dopes other luminescent material also of a single component is sufficient as a luminous layer.

[0042] In this invention, an electronic transportation layer may be prepared between a luminous layer and cathode if needed. Although especially an electronic transportation ingredient is not limited, application of 8-hydroxy quinolinol and its derivative, an OKISA diazole derivative, a diphenyl quinone derivative, etc. is possible.

[0043] As for the anode plate of an organic thin film EL element, it is effective to bear the role which pours an electron hole into the electron hole transportation zonula layer, and to have a work function 4.5eV or more. As an example of the anode material used for an organic thin film EL element, an indium oxide tin alloy (ITO), tin oxide (NESA), gold, silver, platinum, copper, etc. are applicable. Moreover, as a cathode material, it is the purpose which pours an electron into an electronic transportation band or a luminous layer, and the small ingredient of a work function is desirable and the metal which specifically uses an indium, aluminum, magnesium, and magnesium-indium alloy, a magnesium-aluminium alloy, an aluminium-lithium alloy, an aluminum-scandium alloy, etc. as a principal component can be used. In addition, it is the purpose which protects a component from oxygen or moisture, and it is also effective to prepare the closure layer formed from the well-known closure ingredient which consists of a metallic oxide, metallic sulfide, metal *****, and an organic compound.

[0044]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the structure of the organic thin film EL element in this invention has few currents for obtaining the optical output to need, since the ejection effectiveness of light is improved, it ends, and the organic thin film EL device of a low power is obtained. Moreover, the optical display with little power consumption or optical output equipment is obtained by applying the organic thin film EL element of this invention to a segment display, the organic thin film EL display of a matrix mold, etc.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2. **** shows the word which can not be translated.
- 3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a conceptual diagram showing the organic thin film EL element of the gestalt 1 of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the optical intensity distribution of the organic thin film EL element of the example 2 in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 3] It is the sectional view of the organic thin film EL element of the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 4] It is the graphical representation showing the example 3 of this invention - an example 5, and the current-optical output property of the conventional organic thin film EL element.

[Drawing 5] It is the thickness of the flat part of a substrate d1 It reaches and is the thickness of the lens part of a substrate d2 It is the radius of curvature of the lens structure on the front face of a substrate R2 It is drawing showing the optical intensity distribution when changing, and the relation of an angle of visibility.

[Drawing 6] It is structural drawing showing the conventional organic thin film EL element.

[Description of Notations]

1 Lens-like Structure

2 Organic Electroluminescence Light-emitting Part

3 Substrate

4 Flat Substrate

A1 Path of an organic electroluminescence light-emitting part

R2 Radius of curvature of the lens-like structure

d1 Thickness of a substrate

d2 Thickness of a lens

theta Angle which the observation direction and an optical axis make

n1 Refractive index of a substrate

21 ITO Transparent Electrode

22 Anode Plate Volume Phase

23 Electron Hole Transportation Layer

24 Luminous Layer

25 Electronic Transportation Layer

26 Cathode

27 Cathode Protective Layer

[Translation done.]

